

STUDI ADSORBSI LOGAM BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) PADA AIR ASAM TAMBANG OLEH KOMPOSIT CLAYSTONE – ZEOLIT - KARBON AKTIF TERAKTIVASI *ADSORPTION STUDY OF LOGAM BESI (Fe) AND MANGANESE (Mn) ON ACID MINE WATER BY CLAYSTONE COMPOSITE - ZEOLITE - ACTIVATED CARBON*

Emdananta Ginting¹, Shalaho Dina Devy², Henny Magdalena³
Revia Oktaviani⁴, Lucia Litha Respati⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas
Mulawarman, Samarinda

Email: rizkyzwageri97@gmail.com¹, shalaho.d2@ft.unmul.ac.id²,
henny_magdalena@ft.unmul.ac.id³

Abstrak: Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda karakteristik dan sifatnya untuk membentuk bahan baru yang memiliki karakteristik yang lebih baik. Komposit sebelumnya tersusun dari *claystone* teraktivasi, zeolite teraktivasi, dan arang aktif tempurung kelapa dengan 3 perbandingan yaitu: (*claystone* [C] : zeolite [Z] : arang aktif [A] = 60:20:20; 20:20:60; dan 20:60:20). Komposit ini berperan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi sampel air asam tambang. Berdasarkan hasil uji adsorpsi diperoleh kesimpulan bahwa komposit tidak dapat menetralkan pH air asam tambang. Dari ketiga jenis komposit, Komposit A (*claystone* [C] : zeolite [Z] : arang aktif [A] = 60:20:20) menunjukkan pengaruh yang signifikan dengan menurunnya konsentrasi logam berat Besi dan Mangan dalam waktu kontak 30 menit. Kapasitas adsorpsi Fe sebesar 20,7 mg/g dan Mn sebesar 24,3 mg/g.

Kata Kunci: Komposit, aktivasi, adsorpsi dan adsorben.

Abstract : *Composites are a combination of two or more different materials and their properties to form new materials that have better characteristics. The composite was previously composed of activated claystone, activated zeolite, and coconut shell activated charcoal with 3 ratios, namely: (claystone [C] : zeolite [Z] : activated charcoal [A] = 60:20:20; 20:20:60; and 20:60:20). This composite acts as an adsorbent in the adsorption process of acid mine water samples. Based on the results of the adsorption test, it was concluded that the composite cannot neutralize the pH of acid mine water. Of the three types of composites, Composite A (claystone [C] : zeolite [Z] : activated charcoal [A] = 60:20:20) showed a significant influence with a decrease in the concentration of heavy metals Iron and Manganese within 30 min of contact time. Fe adsorption capacity is 20,7 mg/g and Mn is 24,3 mg/g.*

Keywords: *Composite, activation, adsorption and adsorbent.*

PENDAHULUAN

Kemajuan sektor industri di masa sekarang berdampak positif bagi taraf hidup masyarakat, namun di satu sisi memiliki dampak negatif salah satunya kerusakan lingkungan. Penanganan air asam tambang secara komersial sudah banyak digunakan seperti penggunaan kapur tohor dan tawas. Namun, masih banyak metode yang dapat digunakan dalam menurunkan kadar logam pada suatu air limbah seperti pertukaran ion, presipitasi bahan kimia, dan adsorpsi. Adsorpsi dinilai sebagai metode yang cukup efektif karena tergolong murah dan bahannya dapat bersumber dari alam (Paradise, 2021).

Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari tentang adsorpsi logam berat oleh komposit dari *claystone* - zeolite - karbon aktif dalam air asam tambang batubara. Dengan demikian penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber bahan alternatif yang dapat digunakan dalam menurunkan kandungan logam berat besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air asam tambang atau badan air yang terkontaminasi limbah penambangan.

METODOLOGI

Di dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dilakukan dalam beberapa tahapan yang meliputi tahap pra lapangan, tahap lapangan, tahap pengolahan data lapangan dan tahap pasca lapangan.

A. Tahap Pra Lapangan

Tahap pra lapangan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

1. Studi literatur

Kegiatan studi literatur ini dimaksudkan untuk mencari referensi literatur yang berhubungan

dengan penelitian sehingga dapat membantu dalam pelaksanaan penelitian ini dapat berupa buku, skripsi dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian.

2. Observasi dan Pengambilan Sampel

Lokasi penelitian ialah salah satu area limpasan pada kegiatan penimbunan overburden di lokasi tambang area Mugirejo Samarinda. Air limbah batubara yang menjadi sampel penelitian di sampling berdasarkan SNI no 59 tahun 2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

B. Tahap Lapangan

Tahapan lapangan terbagi menjadi 2 yaitu

1. Pembuatan Material Komposit

- a. Claystone ditumbuk dan diayak dengan ayakan 100 mesh, dicuci dengan akuades, disaring dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 4 jam. Diaktivasi kimia dengan merendam 150 gram claystone pada gelas beker berisi 300 ml NaOH 3M selama 60 menit. Larutan disaring dengan kertas saring whatman No. 41, residu dicuci dengan akuades, dan dipanaskan pada tungku dengan suhu 700°C selama 30 menit dan didinginkan sampai suhu ruang
- b. Zeolit ditumbuk dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Zeolit direndam dalam akuades selama 24 jam, disaring, dan dikeringkan pada suhu 120°C selama 24 jam. Diaktivasi kimia dengan merendam 150 gram zeolit kedalam gelas beker berisi 300 ml HCl 3M selama 60 menit. Larutan disaring dengan kertas saring, residu dicuci dengan akuades, dikeringkan pada temperatur 80°C selama 24 jam, dan didinginkan sampai suhu ruang.
- c. Serbuk tempurung kelapa ditumbuk dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Serbuk tempurung kelapa diaktivasi dengan cara merendam 150 gram serbuk tempurung kelapa pada gelas beker berisi 300 ml HCl 3M selama 60 menit. Larutan disaring dengan kertas saring, residu dicuci dengan akuades, dipanaskan pada suhu 110°C selama 3 jam, dan didinginkan sampai suhu ruang

Komposit dibuat dengan mencampurkan claystone teraktivasi, karbon aktif dan zeolit teraktivasi dengan 3 perbandingan yaitu: 3 perbandingan yaitu: (*claystone* [C] : *zeolite* [Z] : arang aktif [A] = 60:20:20; 20:20:60; dan 20:60:20.

- 2. Adsorpsi logam berat besi dan mangan dengan alat hot plate magnetic stirrer dengan variasi waktu kontak 30 dan 60 menit.

C. Tahap Pengolahan Data Lapangan

Pada tahapan ini dilakukan analisis data tentang perubahan pH dan pengaruh dari masing-masing komposit terhadap konsentrasi logam berat besi dan mangan filtrat hasil adsorpsi. Kapasitas adsorpsi (mg/g) dan efektivitas adsorpsi (%) dihitung menggunakan rumus (1) dan (2) (Balintova et al., 2014):

$$\frac{x}{m} = (C_0 - C_e) \cdot V \cdot W \tag{1}$$

$\frac{x}{m}$ adalah kapasitas adsorpsi, C_0 adalah konsentrasi awal dalam mg/l, C_e adalah konsentrasi kesetimbangan pada waktu tertentu dalam mg/l, V adalah volume larutan dalam liter, dan W adalah massa komposit dalam gram.

D. Tahap Pasca Lapangan

Pada bagian ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan setelah menyelesaikan tahap pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Mulawarman, Laboratorium Teknik Kimia Universitas Mulawarman dan Laboratorium PT Global Environment Laboratory. Diperoleh data sebagai berikut:

A. pH Larutan

Dari proses adsorpsi diperoleh perubahan pH larutan sebagai berikut:

Tabel 1 pH Larutan Sebelum dan Sesudah Adsorpsi

No	pH Sampel	Komposit	Waktu Kontak(Menit)	pH Akhir
1	0.9	A	30	1.2
2			60	1.3
3		B	30	1.1
4			60	1.2
5		C	30	1.2
6			60	1.4

Sampel air asam tambang memiliki pH yang rendah sebesar 0,9 dan bersifat asam. Setelah proses adsorpsi dengan masing-masing komposit dan variasi waktu 30 dan 60 menit, hasilnya menunjukkan tidak adanya kenaikan pH yang signifikan sehingga larutan tetap bersifat asam. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa komposit tidak cocok diterapkan di lapangan dalam menetralkan air asam tambang.

B. Analisis Konsentrasi Logam Fe dan Mn menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Filtrat hasil adsorpsi selanjutnya dianalisis kandungan logam beratnya sebagai berikut:

Tabel 2 Data Konsentrasi Logam Besi

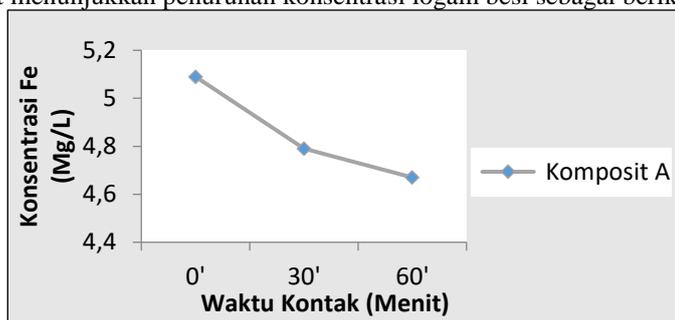
No	Konsentrasi awal	Komposit	Waktu Kontak (Menit)	
			30	60
1	5,09	A	4.79	4.67
2		B	4.65	4.89
3		C	4.47	5.04

Tabel 3 Data Konsentrasi Logam Mangan

No	Konsentrasi Awal	Komposit	Waktu Kontak (Menit)	
			30	60
1	5,19	A	4.88	4.68
2		B	4.66	4.83
3		C	4.46	5.05

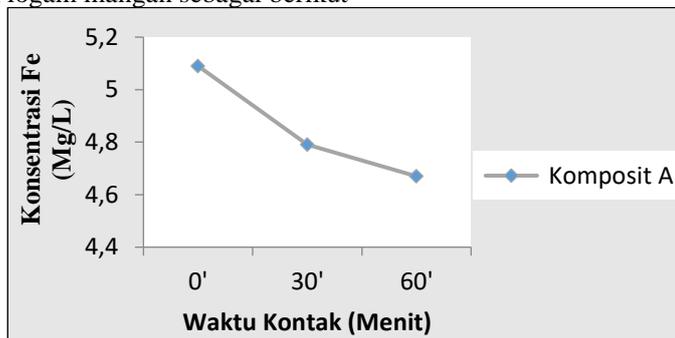
C. Pengaruh Komposit A terhadap Kandungan Logam Besi dan Mangan

Komposit A yang digunakan sebanyak 3 gram yang terdiri dari claystone 60% atau 1,8 gram, zeolite 20 % atau 0,6 gram dan arang aktif 20% atau 0,6 gram diadsorbsikan dengan 100 mL sampel selama waktu kontak 30 dan 60 menit menunjukkan penurunan konsentrasi logam besi sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Perubahan Konsentrasi Fe

Sedangkan untuk logam mangan sebagai berikut



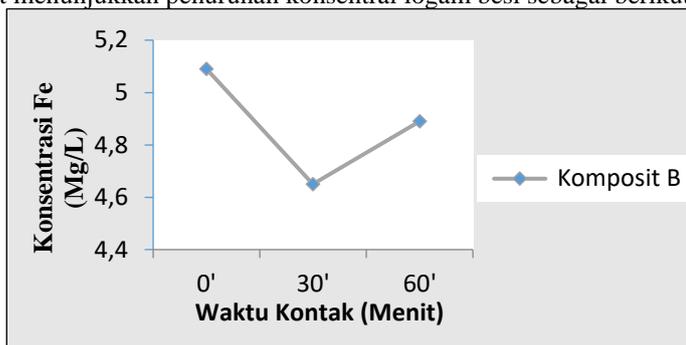
Gambar 1. Grafik Perubahan Konsentrasi Mn

Gambar 1 dan **Gambar 2** menunjukkan bahwa komposit A berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi logam besi dan mangan secara konsisten dari dua variasi waktu kontak yang dilakukan.

C. Pengaruh Komposit B terhadap Kandungan Logam Besi dan Mangan

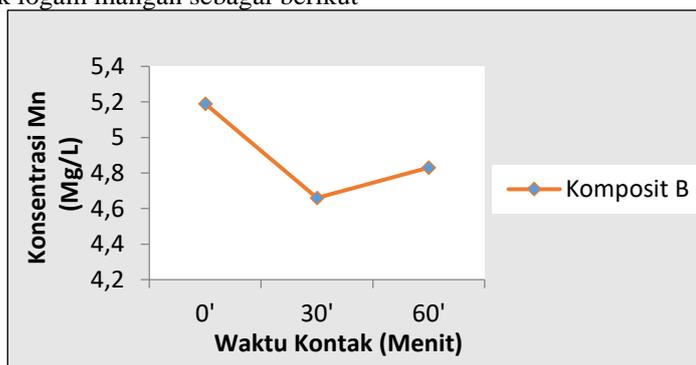
Komposit B yang digunakan sebanyak 3 gram yang terdiri dari claystone 20% atau 0,6 gram, zeolite 20 % atau 0,6 gram dan arang aktif 60% atau 1,8 gram diadsorbsikan dengan 100 mL sampel selama waktu

kontak 30 dan 60 menit menunjukkan penurunan konsentrasi logam besi sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Perubahan Konsentrasi Fe

Sedangkan untuk logam mangan sebagai berikut

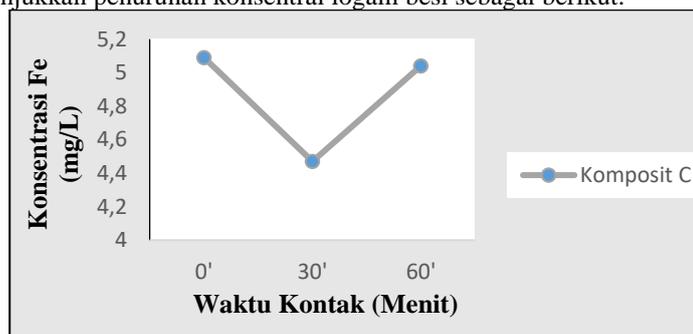


Gambar 4. Grafik Perubahan Konsentrasi Mn

Gambar 3 dan **Gambar 4** menunjukkan bahwa pengaruh komposit B terhadap konsentrasi logam besi dan mangan tidak tetap atau berubah-ubah. Dimana dari dua variasi waktu kontak yang dilakukan pada menit ke 60 kandungan logam pada sampel menjadi naik.

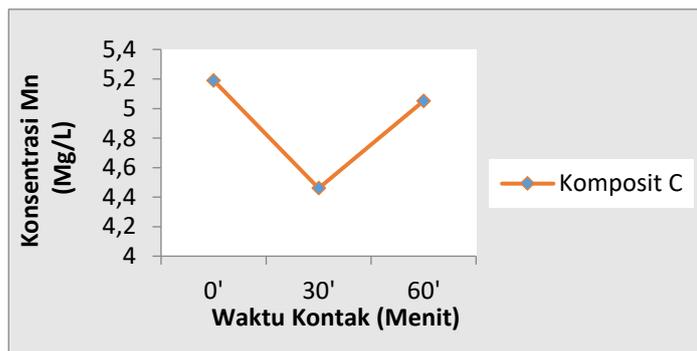
C. Pengaruh Komposit C terhadap Kandungan Logam Besi dan Mangan

Komposit C memiliki berat 3 gram yang terdiri dari claystone 20% atau 0,6 gram, zeolite 60 % atau 1,8 gram dan arang aktif 20% atau 0,6 gram diadsorbsikan dengan 100 mL sampel selama waktu kontak 30 dan 60 menit menunjukkan penurunan konsentrasi logam besi sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Perubahan Konsentrasi Fe

Sedangkan untuk logam mangan sebagai berikut



Gambar 6. Grafik Perubahan Konsentrasi Mn

Gambar 5 dan **Gambar 6** menunjukkan bahwa pengaruh komposit C terhadap konsentrasi logam besi dan mangan berubah-ubah atau tidak tetap pada menit ke 60 kandungan logamnya menjadi naik.

C. Kapasitas Adsorpsi

Dari masing-masing komposit diperoleh nilai kapasitas produksi untuk logam besi dan mangan sebagai berikut:

No	Konsentrasi Fe (mg/L)	kapasitas adsorpsi (mg/g)	Konsentrasi Mn (mg/L)	kapasitas adsorpsi (mg/g)
1	A 30	10	A 30	10.3
2	A 60	14.7	A 60	17.7
3	B 30	20.7	B 30	24.3
4	B 60	14	B 60	17
5	C 30	6.67	C 30	12
6	C 60	1.67	C 60	4.67

Nilai kapasitas adsorpsi berada pada komposit B di menit ke 30 yaitu pada besi sebesar 20,7 mg/g dan mangan 24,3 mg/g.

KESIMPULAN

Komposit yang terbentuk tidak dapat menetralkan air asam tambang dan Komposit yang paling berpengaruh dalam menurunkan konsentrasi logam berat besi dan mangan pada sampel ialah komposit A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu secara substansi maupun finansial.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. N., Ratna, D. L., Saimul, L., 2021, Arang aktif Batok Kelapa (*Cocos Nucifera*) sebagai adsorben, 4(1): 47-53, E-ISSN: 2657-1692.
- Djaeni M., Nurul A., Setiabudi S., 2015, Aplikasi Sistem Pengering Adsorpsi untuk Bahan Pangan dan Aditif, UNNES Press: Malang, ISBN: 978-602-285-046-5.
- Fatimah, Budi, P. T., Alfikri R., 2019, Aktivasi Bottom Ash dari Pembakaran Batubara untuk Menurunkan Kandungan Senyawa Fosfat dalam Air, Jurnal Teknik Kimia USU, 8(2): 72- 78, ISSN: 2337-4888.
- Harahap V., 2021, Pembuatan Material Komposit BaFe₂O₄/ZnO pada Bidang Radiologi, Ahlimedia Press: Malang, ISBN: 978-623-6351-74-1.
- Khopkar, S. M., 1990, Konsep Dasar Kimia Analitik, Jakarta: Universitas Indonesia, ISBN: 979-456-066-9.
- Lestari, K. R., karakteristik Permukaan Bahan Nano dan Polimer Membran, LP UNNAS: Jakarta, ISBN: 978-623-7376-93-4.
- Paradise M., Edy N., Nur K., 2021, Efektivitas Komposit Material Overburden Batubara, Zeolit, dan Karbon aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Besi dalam Air Asam Tambang, Indonesian Journal of Earth Sciences, 1(1): 28-35, E-ISSN: 2797-3549.

- Pari G., Sudrajat., 2011, Arang Aktif Teknologi Pengolahan dan Masa Depan, Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, ISBN: 978-979-3132-38-9.
- Patmawati Y., 2021, Aktivasi Ilow Rank Coal Kalimantan Timur menggunakan Aktivator Asam Phospat (H₃PO₄), CV Literasi Nusantara Abadi: Malang, IBN: 978-623-329-480-5.
- Perwitasari, D. S., 2020, Teknologi Peningkatan Kualitas Minyak Goreng, CV Mitra Abisatya: Surabaya, ISBN: 978-623-6859-04-9.
- Putri, W. K., Sabani, 2018, Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Logam Berat Mg, Al dan ZnO menggunakan Larutan NaOH, Jurnal Einstein, E-ISSN: 2407-747x, P-issn 2338-1981
- Sari, N.H., 2019, Teknologi Papan Komposit Diperkuat Serat Kulit Jagung, Yogyakarta: Deepublish, ISBN: 978-623-02-0209-4.
- Septiana, A. R., Teluma, Y. C. R., & Rifani, A. (2022). Sintesis Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Prekursor Batubara. Indonesian Physical Review, 5(1), 15-22.
- Sukandarumidi, 2009, Bahan Galian Industri, Gajah Mada University Press: Yogyakarta, ISBN: 979-420-449-8.
- Sukandarumidi, 2017, Belajar Petrologi secara Mandiri. Cetakan Pertama . Yogyakarta Gajah Mada University Press. ISBN: 978-602-386-456-0.
- Susanto P., Yandriani., Arin, P. D., Dela, R. P., 2020, Pengelolaan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jemputan menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom adsorpsi, 4(2): 77-87, E-ISSN: 2549-9750.